

## 〈국제회의 참석〉

# 1970년도 임목육종연구의 성과

〈미국〉

## 〈임목육종연구소〉

심상영

미국 농무성 산림국에서 발간되는 연보 “1970년도 연구성과”(Research Accomplishment)에서 밸류한 지난해의 임목육종시험연구 활동결과를 요약하여본다.

동연보에서는 그 내용을 환경의 개선, 환경과 생산력의 증진, 용재 생산력개량과 수급확충의 세가지 분야로 대별하여 각과 제별 연구성과를 간략하게 기술하고, 이에 관련되는 참고문현을 소개하고있다. 임목육종의 성과에 대하여서는 전기 용재생산력개량과 수급확충이란 제목하에 개량품종의 육성(breeding improved trees) 분야로 세분하고 다시 이를 다음과 같이 구분하여 수록하고있다.

### 1. 임목의 분포와 분류

세계각지에 분포되고있는 송백류 94종의 분포도를 작성하고 이를 요약하였다. 이분포도는 모든 소나무류의 자연분포한계를 명확히 표시하고 있다. 지금까지의 결과로 보아 인공교배는 균연간에서 성공적이었음으로, 이 분포도는 비슷한 기후를 가진 지역간의 품종을 인공교배시킬수 있도록 생식질(germ plasm) 근원의 소재지를 알려주기도 한다<sup>(1)</sup>.

국제생물학연구계획 (International Biological Program)의 일환으로 영국 처녀섬(British Virgin Island)에 대한 식생조사를 실시하여 제례종 69 및 도입종 18 수종을 보고하였다<sup>(2)</sup>

### 2. 유전변이

종내에서 실질적인 표현형변이 (phenotypic variation)가 있다는 것은 그 품종을 개량하는데 있

어 중요한 이익을 갖어올 것이다. 미시십피계곡의 자연생 버줌나무(sycamore) 임분을 조사한바 생장, 수형 및 재질등에 있어 12종의 중요특성에 대하여 고도의 표현형변이가 있음을 발견하였다. 이러한 특성은 임분간에서 보다 동일임분내에서 더 큰 것으로 보아 육종사업을 수행함에 있어 임분전체를 선발하는 것보다 우수개체를 선발하는데 역점을 두어야 할 것이다<sup>(20)</sup>.

또 테네시와 미시십피에서 벳나무겹질 상수리나무(cherrybark oak, *Quercus falcata* var. *pagodaefolia*)의 천연림에 대하여, 개체와 임분간의 비중과 섬유장의 차이를 조사한바 비중은 0.53—0.69, 가도관의 길이는 1.1—2.0mm였다 여기에서 변이의 중요구성원인은 임분이나 지역적인 것보다는 개체에 관련되어 있음을 알았음으로 이러한 개체의 특성을 고려하여 선발이 되어야 할 것이다<sup>(3)</sup>.

종자선정에 있어 조림하려는 어떤지역에 가장 적합한 종자산지를 선택하지 못하였을때 조림후 생장면에 있어 실질적인 커다란 손실을 갖어오게할 뿐아니라 때로는 조림을 완전히 실패할 때가 있다. 미국 남부산 소나무류의 종자산지를 이동 시킬 수 있는 거리의 한계를 결정할 목적으로 1951년에 “남부산 소나무류종자 산지연구”(The Southwide Pine Seed Source Study)가 시작되었다. 이 시험에는 다음과 같은 4종류의 소나무를 대상으로 하였다.

스래슈소나무(Slash pine, *Pinus elliottii* Engelm.)

긴잎소나무(Longleaf pine, *Pinus Palustris* Mill.)

짧은잎소나무(Shortleaf pine, *Pinus echinata* Mill.)

태다소나무(Loblolly pine, *Pinus taeda* L.)

이 시험결과에 의하면 이들 4 수종의 10—15년 생조림지에서 수종간의 명확한 변이의 경향을 알 수 있었다. 스파ஸ소나무에서 가장 뚜렷한 변이의 경향을 보면, 남부후로리다산은 이 수종의 북부한계지역에 조림하였을 때 활착과 생육이 극히 불량하였으며, 후로리다주 서북부, 및 서부산의 묘목도 활착되지 않았다.

긴잎소나무, 짧은잎소나무, 및 태다소나무의 생장변이도 종자산지의 기후조건과 관계됨을 알았다. 이들 소나무류의 산지를 조급만 북쪽으로 옮기더라도, 남부습지 산의 것은 추운 견조지 산 것보다 생장이 빨랐다. 이들 수종은 북부 분포 함께 지역에 가깝게 옮기면 남부산은 북부산 것보다 생장이 느린다.

태다소나무의 방추상록병(fusiform rust)에 대한 내병성의 변이의 형태에는 아주 뚜렷한 차이를 보였다. 즉 서부 미시십피강, 동남부 루이지애나 및 매리랜드 동부해안산의 것은 비교적 내병성이 강하였다. 그러나 동부미시십피것동 다른산지의 것은 심한 피해를 입었다. 그러므로 종자체취와 식재한계지역을 표시한 지도를 작성하여 육종연구계획에 이용하게 하였다<sup>(22)</sup>.

매리랜드에서 태다소나무를 조림할 때, 뉴저지나 동남부 펜실바니아에서 짧은잎소나무를 조림할 때는 반드시 그 지방산종자를 사용하여야 할 것이다. 이들 지방산 종자는 그 지방의 기후에 잘 적응할 뿐 아니라 아주 남쪽에서 체종한 것보다 생장에 있어서도 동북부지방에서 자랄 때 아주 좋았다.

매리랜드에서 태다소나무는 15년생일 때 두번 째로 좋은 산지의 것보다 그 지방산의 것이 1ac 당 2.5 코—드(1 cord=128ft<sup>3</sup>)의 팔푸제를 증산하였다. 한편 뉴저지에서 짧은잎소나무의 지방산은 10년생일 때 두번 째로 좋은 산지의 것보다 흥고단면적이 약 2 배나 크고 수고도 약 4 ft나 더 컼다<sup>(17)</sup>.

지리적으로 산지가 다른 수개지역의 짧은잎소나무 묘목을 어떤 장소에 조림하였을 때 생장

의 차이가 뚜렷하게 나타났다. 이와 같은 차이의 원인을 알면 임목의 선발육종계획수립을 보다 효과적으로 할 수 있다. 그리하여 짧은잎소나무에서는 지리적인 산지의 차이에서 생기는 균형의 생리적인 차이를 발견할 수 있었으나, 근부와 지상부를 서로 달리 바꾸어 시험한 바, 종자산지에 따라 생장의 차이가 생기게 하는 중요한 원인들이 임목의 지상부위에서 생기는 것임을 알았다<sup>(45)</sup>.

죠지아—케로라이나 사구지대에서는 깊고 척박한 모래땅에 적응하고 잘 자라는 특성을 가진 모래땅소나무(sand pine, *Pinus clausa*(Chapm.)Vasey)의 조림을 권장하고 있다. 남케로라이나의 체로(Cheraw)와 죠지아의 코롬부스(Columbus)에서 3년간의 생장을 조사한 바에 의하면, 오카라모래땅소나무(Ocala sand pine)는 동해를 입었음으로 앞으로의 조림에는 부적당하다. 그러나 초코타왓치모래땅소나무(Chocotawatchee sand pine)은 한해를 덜 입었으며, 죠지아의 거치른 케쇼우(Kershaw)모래땅에서 스파ஸ소나무나 태다소나무보다 생장이 빠르나, 다소 좋은 입지인 남케로라이나의 토르프(Troup)모래땅에서는 좋지 못하였다<sup>(12)</sup>.

소나무와 유카리류 등 140여 종의 도입종을 남부 아칸사와 북부 루이지애나의 산지에서 시험조림하여 9—12년 생후에 비교하여 본 결과 제래수종인 태다소나무보다 더 생장이 빠른 수종은 발견할 수 없었다<sup>(11)</sup>.

남부산 4 수종의 소나무류 교잡종생산을 계속하였으나 이미 생산된 긴잎소나무×짧은잎소나무는 제외시켰다. 루이지애나에서 1959년에 실시한 긴잎소나무×짧은잎소나무 교잡시험에서 생산된 20 임의 견전종자에서 묘목 17 본을 생산하였다. 이들 중 걸퍼트(Gulfport)와 미시십피에서 5본이 활착되고 2본이 개화하였다. 이들의 해부학적 및 형태학적 특성은 양친의 중간형질을 보여 긴잎소나무(♀) × 짧은잎소나무(♂)의 F<sub>1</sub>종간접종임이 입증되었다<sup>(7)</sup>.

복제생산량의 증가는 생장의 우수성에 기인하기도 하지만 활착율이 좋을 때도 증가된다. 북부후로리다에서 스파ஸ소나무의 생장이 신속한

14 가계(family)를 조림 한 후 심한 한발이 계속되었다. 그 후 이들 가계들은 대조구인 시판용 일반종묘 보다 생장이 좋았으며 특히 활착율에 있어서는 4 가계만이 좋았다. 그럼으로 스파스유소나무의 우량목을 선별할 때는 생장과 더불어 내건성을 고려하여야 한다<sup>(21)</sup>.

검은호도나무(Black walnut, *Juglans nigra* L.) 육립을 위한 재배법과 기후의 영향을 알려면 계절적인 생육특성과 이러한 특성은 종자의 산지나 종자의 크기에 어떠한 영향을 받고 있는지를 알아야 한다. 최근 조사된 바에 의하면 수고생장은 종자 발아 후 6 주 이내에 이루어지고, 줄기, 잎, 뿌리의 건물축척은 6 주 이후에 이루어졌다. 또 남부산의 것은 수고생장이 좋았으나 내한력의 제약 때문에 북부한계 지역에서 이용이 불가 할 것으로 본다<sup>(22)</sup>.

위스콘신과 미네소타에서 29년간 생장한 7개 산지의 카나다가문비나무(white spruce, *Picea glauca* (Moench) Voss)와 6개 산지의 독일가문비나무(Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst)에 대하여 조사한 바 산지 선정의 중요성을 알게되었다.

독일 가문비나무 산지의 생장은 쟈레종 카나다가문비나무 산지와 생장이 비슷하거나 다소 우수하였다<sup>(23)</sup>.

카나다 가문비나무는 높은 생산력을 가지고 있으나 북부레이크주(Lake State)에서는 만상의 피해 때문에 조림지 관리가 대단히 어렵다. 그리하여 1958년부터 시작한 시험결과에 의하면 봄늦게 생장을 시작하는 카나다 가문비나무 계통으로 육종하면 이러한 서리의 피해에 대한 저항력을 증가시킬 수 있었다. 이와 동시에 생장이 신속하고도 서리의 피해에 강한 품종을 육성할 수 있었음으로 실질적으로 전체적인 생장량의 증가를 가져올 수 있게 하였다<sup>(24)</sup>.

카나다 가문비나무의 크론체종원(clonal seed orchard)에서는 자가수정현상 때문에 종자 생산이 감소될 뿐 아니라 견전한 묘목 생산에 차질을 가져온다. 그러나 자매가 될 수 있는 기회가 비교적 많은 크론체종원에서는 자가수분은 대단히 중요시 되는 문제다. 위스콘신에서 연구된 바에 의

하면 자가수정이 생기게 되는 정도는 크론에 따라 큰 차이가 있음을 발견하였음으로, 카나다가문비나무의 크론체종원을 조성함에 있어서는 높은 자가수정율을 가진 개체를 골라서 제거시키면 이와 같은 자식약세현상을 어느 정도 방지할 수 있을 것이다<sup>(25)</sup>.

유전력의 추정은 육종사업계획의 진전을 예측하는데 꼭 필요한 것이다. 몬티콜라소나무(Western white pine, *Pinus monticola* Dougl.)에 대한 유전력연구에 의하면 1~2년 생묘목의 수고생장의 변이는 상가적인 유전인자의 효과(additive gene effect)에 의한 것임을 알았다. 또 부친과 모친의 변이를 합한 것은 각각 33.9%와 35.9%였다. 그럼으로 이수종의 생장을 유전적 개량은 생지가 다양한 많은 양친에서 선별된 것을 대상으로 하여야 한다<sup>(26)</sup>.

종자원 산지의 증명은 묘포와 조림계획을 수립함에 있어 항상 고려되어야 할 문제이다. 비단젓나무(Noble fir, noble-Shasta red-Californiared fir, *Abies nobilis* (Dougl.) Lind.)의 합성종에 대한 예비조사 결과 자엽수와 종자의 무게는 산지의 위도가 북쪽에서 남쪽으로 갈수록 계통적으로 증가하였다. 이와 같은 종자의 특성으로 특정한 위도에서 온 종자의 원산지를 식별함으로써 조림의 실패를 사전에 방지할 수 있게 된다<sup>(27)</sup>.

푸트리코(Puerto Rico)의 산림에 식재할 마호가니(Mahogany; *Swietenia macrophylla*, *S. humilis*, *S. mahogny*) 품종 가운데 가장 생산성이 높은 변종을 찾아내기 위하여 멕시코와 중미산 종자들의 산지별 비교시험을 실시하였다. 예비시험결과 아열대의 저습지대에서는 마카로피라가 우수하였다. 그러나 건조한지대에서는 이를 세 가지 품종이 비슷하였다. 또 종자·산지간의 차이에 대하여는 마카로피라와 휴미리스에서 발견할 수 있었다<sup>(28)</sup>.

### 3. 내병충성

스트로브스잣나무(White pine, *Pinus strobus* L.)의 잣나무털녹병(blister rust)은 세계적으로 문제가 되고 있는 심각한 병이다. 그럼으로 유전

적으로 이 병에 대한 내병성을 지닌 개체체육성이 필요하게 되었다.

사탕소나무 (Sand pine, *Pinus lambertiana* Dougl.)에서 선발된 내병성 양친에서 생산된 후 예들은 역시 내병성을 보이고 있으며 단독우세인자 (single dominant gene)에 의한 것으로 인정된다. 이와 같은 내병성 품종을 이 병의 피해지역에 식재하면 조림에 성공할 전망이 보인다<sup>(16)</sup>.

형태학적 및 생물학적 특성으로 보아 서부산 태다소나무는 유전적으로 동부산 짧은잎소나무와 아주 근연이다. 짧은잎소나무는 방추형 녹병 (fusiform rust)에 대한 면역성이 강하므로 이러한 현상의 관계로 보아 서부산 태다소나무도 내병성이 강할 것으로 생각된다. 그럼으로 태다소나무, 짧은잎소나무 및 이들 잡종소나무에 대한 담백질 함양에 관한 연구는 이 병에 대한 저항력의 원인을 알게하고 나아가서 근본적인 방제책을 세울 수 있게 할 것이다<sup>(24)</sup>.

유럽소나무잎벌 (European pine sawfly)은 이것이 북미에 들어온 후 수종의 자생 또는 도입 소나무류에 막심한 피해를 주고 있다. 그럼으로 미국 산림국의 연구비로 예일 (Yale) 대학에서 산지와 중간 잡종을 포함하는 500 종의 소나무를 대상으로 하여 이 곤충의 특성을 조사한 바, 특정한 유전형을 좋아하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 미루어 보아 내충성 품종을 육성하면 피해를 막을 수 있을 것으로 인정되었다<sup>(25)</sup>.

#### 4. 임목육종방법

방추형 녹병에 대하여 유전적으로 내병성을 가진 개체를 식별할 목적으로 인공접종법을 구명하였다. 이 방법의 개발로 야외에서 시험하든 종래의 방법보다 시간이  $\frac{1}{4}$ 밖에 소요되지 않는다. 접종에 대한 저항력이 강한 것과 이를 차대의 포장에서의 내병 특성 간에는 밀접한 관계가 있음을 알았다. 부분적으로 내병성을 가진 개체도 타베 또는 인공교배한 차대에 접종하여 식별해 낼 수 있다<sup>(31)</sup>.

\* 개량 품종의 선발은 표현형을 기초로 한 양친의 선발, 차대 검정에 의한 선발 또는 이 두 방법을 혼용하여 수행할 수 있다.

긴잎소나무의 양친선발에 있어서는 표현형적인 선발 (phenotypic selection)이 유전적으로 우수한 차대를 생산하는데 효과적이었다. 양친의 표현형을 기초로 하여 25%의 우량친을 선별하였을 때 여기에서 생산되는 차대의 평균요고는 12% 컸다. 여기에서 다시 가장 좋은 가계를 25% 선발하였으니 다시 23%의 수고 생장증가를 얻었다. 이와 같은 과잉획득량은 (extra gain) 보다 철저한 차대 검정과 병해하여 양친의 표현형적 선발로 얻어진 결과이다<sup>(41)</sup>.

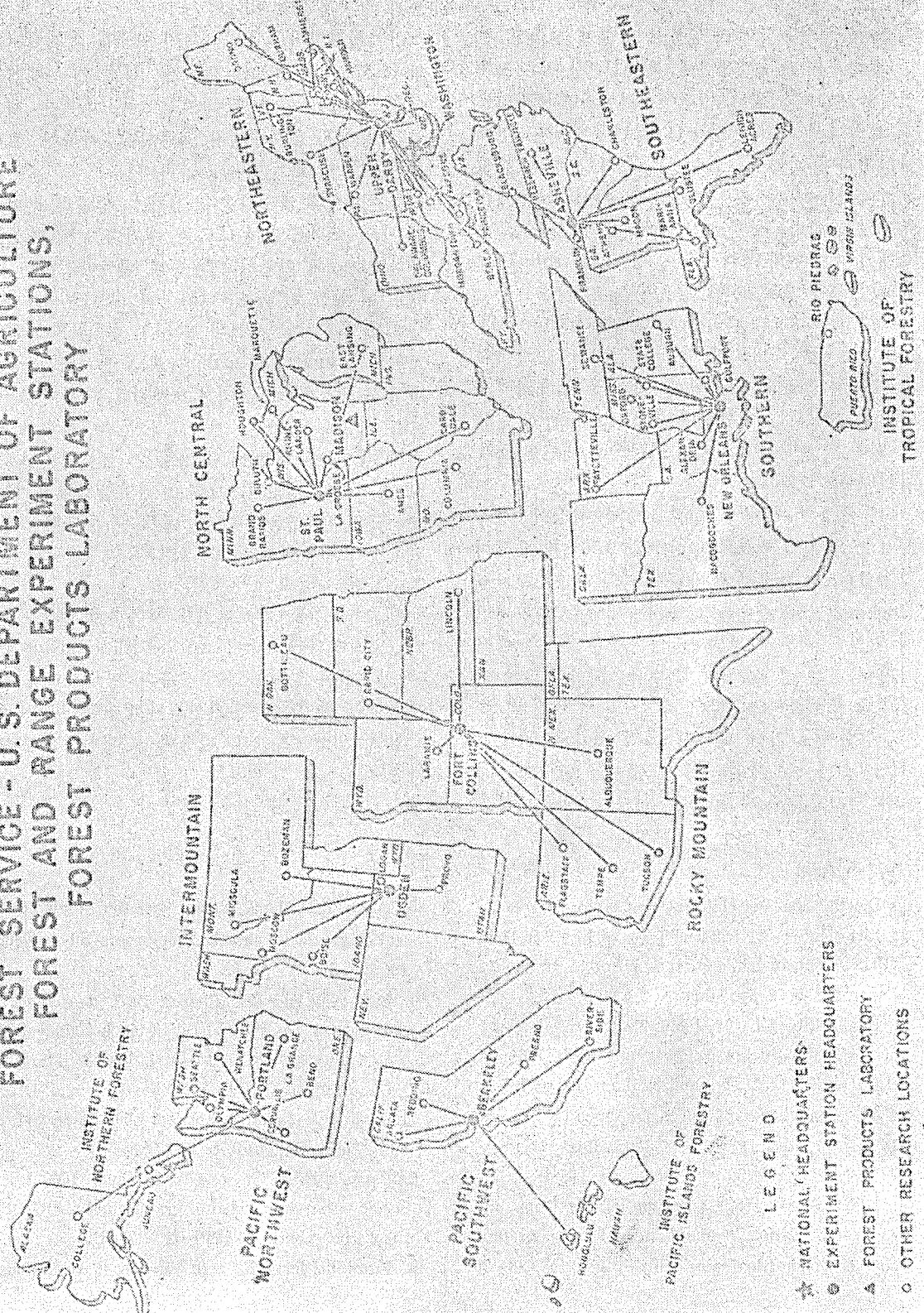
유전적으로 우수한 포푸라 (cottonwood)를 조림한다면 연간 수천㏊ 카식 경제조림을 실시하고 있는 포푸라용재의 생산력을 실질적으로 크게 증가시킬 수 있을 것이다. 경제조림에 있어 속성재배를 할 수 있는 품종을 선발하기 위하여 가장 합리적인 시험 방법을 발전시켰다. 예비적으로 높은 선발차 (selection differential)를 유지 할 수 있도록 많은 크론수를 시험하여 광범하게 크론을 선발한다. 그 다음 1~2년이 지나면 10%까지의 크론을 이 중에서 선발해내어 각종 입지에 장기 시험에 들어간다. 좋은 입지에 가장 적합한 품종을 육성하기 위하여 선발과 적응 시험을 입지별로 실시하여야 한다<sup>(37~39)</sup>.

임목육종사업을 수행함에 있어서는 각종 단계에서 투자이용의 정기적인 순환이 뒤따르게 된다. 그럼으로 육종가들이 단위 비용당 최대한의 유전학득을 얻을 수 있도록 실생묘 체종원에서 선발강도 (selection intensities)를 선택하는데 참고가 되는 이론적인 방정식을 발전시켰다. 그리하여 육종가나 체종원 관리자들이 일정한 투자이용과 유전력에 대한 신뢰할 만한 정보를 알고 선발강도를 선택할 수 있게 하여 육종사업을 보다 효과적으로 수행할 수 있게 한다<sup>(38)</sup>.

묘포에서 활엽수의 생장은 묘상의 밀도와 깊은 관계를 가지고 있다. 스위트검 (Sweetgum, *Liquidambar styraciflua* L.)나 벼름나무의 차대 검정 시험에서 과종량의 차이, 발아율 또는 활착율 때문에 생기는 묘상의 밀도의 차이는 묘포에서 또는 식재 후 수년까지도 생장율에 대한 유전적인 변이를 나타낼 수 없게 가리운다. 그럼으로 이들 활엽수류들의 밀을 만한 차대 검정 시험 결과를 얻으려

**FOREST SERVICE - U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
FOREST AND RANGE EXPERIMENT STATIONS,  
GOVERNMENT PRODUCTS LABORATORY**

미국의 임업시험연구기구



면묘포에서 생립밀도를 균일하게 되도록 주의 하여야 한다<sup>(42)</sup>.

스레슈소나무의 모든 육성을 위하여 선발된 크론의 생육률을 성시험을 할 때 채취된 삽수의 모수 연령을 고려하지 않으면 잘못된 결과를 얻게 된다. 즉 노목에서 채취한 삽수는 유령목에서의 것보다. 생장이 느리다. 그럼으로 이러한 편차를 없애기 위하여서는 공시될 양친목의 연령을 같게 하여야 할 것이다. 그리고 9—11년생의 발근된 묘목에서 채수한 바 생리적으로 재유약화(rejuvenation) 현상이 보였다<sup>(33)</sup>.

사탕단풍(Sugar maple, *Acer saccharum* Marsh.)의 속꽃은 비교적 적고 끈끈하여 털기 어려운 소량의 화분을 생산한다. 체분을 쉽게하기 위하여 손잡이 진동기(hand-held vibrator)를 만들어 화분을 채취하였드니 힘이 덜 들고 대단히 효과적이었다<sup>(34)</sup>.

사탕단풍의 유시 또는 성숙시의 확실한 생육 특성을 알면 우수개체의 선발을 묘포에서도 실시 할 수 있다. 조사결과에 의하면 수고생장, 분지성(forking) 및 활착율등의 유시 생육특성은 산지간에 있어 현저하게 달랐다. 이와 같은 유시의 여러 가지 특성은 성숙할 때까지 계속 조사하여 이들의 관계를 규명하여야 할 것이다<sup>(35)</sup>.

좋은 품질을 가진 다글러스휘(Douglas-fir)의 크리스마스나무는 항상 수요가 많다. 그럼으로 최소의 재배법으로 좋은 품질의 크리스마스나무를

생산할 수 있는 종자산지를 발견한다면 재배비용을 훨씬 절감시킬 수 있다.

서북태평양지구에서 6년간 연구한 결과를 보면 이 크리스마스나무는 모두의 형상과 관계가 적다. 그럼으로 가장 좋은 크리스마스나무를 평가하는 방법은 그 모수에서 채종하여 자라는 묘목을 기준으로 하는 수밖에 없다<sup>(40)</sup>.

다글러스휘 채종원을 조성하고 경영하기 위하여 매년 수천본의 접목묘를 생산하고 있다. 해부학적 조사에 따르면 대부분의 다글러스휘는 대체로 기히 보고한 가문비나무나 소나무의 발달 형태를 따르지만 세포의 모형, 형성시기, 회복하는 양식(mode of healing)에 있어서는 특수한 차이를 보였다. 포지에서 6개월 후의 활착율을 보면 접목방법(활접, 절접, 복접)은 접수와 대목의 형성층을 80mm 나 그 이상 접착시키면 별로 중요하지 않았다. 그리고 접목불화합성 때문에 생기는 손실을 사전에 대목—접수조합능력을 검정하여 선발하면 새로 조성되는 채종원에서는 감소시킬 수 있다<sup>(27 28 29 30)</sup>.

탈수하거나 카바그라스를 사용하지 않고 포리비닐초산염(Polyvinyl acetate, Elmers Glue-all)를 사용하여 염색된 목재섬유의 영구스라이드를 제작하는 방법을 발전시킨 결과 섬유의 특성을 연구함에 있어 시간과 비용이 상당히 절감되었다<sup>(32)</sup>.

## 참 고

### Distribution and classification of forest trees

1. Little, Elbert L., Jr., 1969 Trees of Jost Van Dyke (British Virgin Islands). USDA Forest Serv. Res. Paper ITF-9. 12 pp., illus.
2. Little, Elbert L., Jr. 1969. Two varietal transfers in *Carya* (hickory). *Phytologia* 19(3):186—190
3. Little, Elbert L., Jr., and William B. Critchfield. 1969. Subdivisions of the genus *Pinus* (pines). U.S. Dept. Agr. Misc. Publ. 1144, 51 p. illus.

### Inherent variation

4. Allen, R. M. 1969. Contributions of tops and roots to variation in height growth of geographic sources of shortleaf pine. *Silvae Genet.* 18: 38—39

## 문 헌

5. Allen, R.M. 1969. Racial variation in physiological characteristics of shortleaf pine roots. *Silvae Genet.* 18: 40—43.
6. Bey, C.F., and R.E. Phares. 1969. Seasonal growth pattern for five sources of black walnut. *Cent. States Forest Tree Impr. Conf. Proc.* 6: 44—47.
7. Campbell, T. E., J. M. Hamaker, and D. M. 1969. Longleaf pine X shortleaf pine—a new hybrid. *Sull. Torry Bot. Club* 95(5): 519—524.
8. Farmer, R. E., Jr., and W. L. Nance. 1969. Phenotypic variation in specific gravity and fiber LONG theof cherrybark. *TAPPI* 52: 317—319.
9. Franklin, Jerry F., and Thomas E. Greathouse.

1969. Identifying noble fir source from the seed itself: A progress report. In Western Reforestation. Western Forestry & Conserv. Assoc. West. Reforest Coord. Comm. Proc. 1968: 13—16
10. Geary, T. F. 1969. Adaptability of Mexican and Central American provenances of *Swietenia* in Puerto Rico and St. Croix. FAO/FOFTB 69—2/19. 10 pp.
11. Grigsby, H. C. 1969. Exotic trees unsatisfactory for forestry in southern Arkansas and northern Louisiana. USDA Forest Serv. Res. Note SO 92, 5 pp.
12. Harms, William R. 1969. Sand pine in the Georgia-Carolina sand-hills: third-year performance. USDA Forest Serv. Res. Note SE 123, 3 pp.
13. Hanover, James W., and Burton V. Baritability 1969. Heritability of height growth in western white pine seedlings. *Silvae Genet.* 18 (3): 80—82
14. Kriebel, H. B., and W. J. Gabriel. 1969. Genetics of sugar maple. USDA Forest Serv. Res. Paper WO 7, 17 pp.
15. King, James P., Richard M. Jeffers, and Hans Nienstaedt. 1970. Effects of varying proportions of self-pollen on seed yield, seed quality and seedling development in *Picea glauca*. Pre-conference copies distributed IUFRO Working Group on Reproduction of Forest Trees. Varparanta, Finiand May 28-June 7, 1970. 15 pp.
16. King, James P., and Paul O. Rudolf. 1969. Development of white and Norway spruce trees from several seed sources 29 years after planting. USDA Forest Serv. Res. Note NC-70, 4 pp.
17. Little, S. 1969. Local seed sources recommended for loblolly pine in Maryland and shortleaf pine in New Jersey and Pennsylvania. USDA Forest Serv. Res. Paper NE-134, 16 pp.
18. Nienstaedt, Hans. and James P. King. 1969. Breeding for delayed budbreak in *Picea glauca* (Moench) Voss—potential frost avoidance and growth growth gains. Second World Consultation on Forest Tree Breeding (FO-FTB-69 2 5), 14 pp.
19. Rudolph, T.D. 1969. Seed yield andquality in with spruce self-pollinated with gamma-irradiated pollen. In Induced Mutations in Plants. IAEA/FAO Symp. on the Nature, Induction and Utilization of Mutations in Plant Breeding (Pullman, Wash., July 14 18, 1969) Proc., pp. 207 217.
20. Schmitt, Dan, and J. R. Wilcox. 1969. Sycamore variation in the lower Mississippi Valley. USDA Forest Serv. Res. Note SO-91, 6 pp.
21. Schultz, Robert P., and Lawrence P. Wlwhite. 1969. Differential response of slash pine families to drought. USDA Forest Serv. Res. Note SE-104, 3 pp.
22. Wells, O. O. 1969. Results of the Southwide pine seed source study through 1968—69. Tenth South. Forest Tree Impr. Conf. Proc. 1969: 117—129.
23. Wilcox, James R., and Kingsley A. Taft, Jr.. 1969 Genetics of yellow-poplar. USDA Forest Serv. Res. Paper WO-6, 12 pp.
- Insect-disease resistance
24. Hare, R. C., and G. L. Switzer. 1969. Introgres- sion with shortleaf pine may explain rust resista- nce in western loblolly pine. USDA Forest Serv. Res. Note SO-88, 2 pp.
25. Hattemer, Hans H., Walter R. Henson, and Fra- ncois Mergen. 1969. Distribution pattern of Euro- pean sawfly egg clusters in an experi-mental plan- tation of hard pines. The Second World Consulta- tion on Forest Tree Breeding, Paper 5/3, 16 pp.
26. Kinloch, Bohun B., Gaylord K. Parks, and Carl W. Fowler. 1970. White pine blister rust: simply inherited resistance in sugar pine. *Science* 167: 193—195.
- Tree breeding methodology
27. Copes, Donald L. 1969. Graft union formation in Douglas-fir. Amer. J. Bot. 56(3): 285 289.
28. Copes, Donald L. 1969. Remedy for graft incom- patibility in Douglas-fir seed orchards. In Western Reforestation. Western Forestry and Conserv. Assoc West. Reforest. Coord. Comm. Proc. 1968. pp. 19. 19 22.
29. Copes, Donald L. 1969. Effect of graft type on 6-month survival of field grown Douglas-fir grafts. USDA Forest Serv. Res. Note PNW-104, 5 pp.
30. Copes, Donald L. 1969. The relationship between Douglas-fir graft compatibility and wood specific gravity. (Abstr.) Western Forest Genet. Assoc., Placerville, Calif. Proc., p. 1.
31. Dinus, R. J. 1969. Testing slash pine for rust

- 
- resistance in artificial and natural conditions. Tenth South. Forest Tree Impr. Conf. Proc. 1969: 98–106.
32. Echols, Robert M. 1969. Permanent slides of stained wood fibers without dehydration or cover glasses. Forest Sci. 15(4): 411.
33. Franklin, E. C. 1969. Ortet age has strong influence on growth of vegetative propagules of *Pinus elliottii* Engelm. FO-FTB 69 7/8, 8 pp.
34. (Habeck, James R., and T. W. Weaver). 1969. A chemosystematic analysis of some hybrid spruce (*Picea*) populations in Montana. Can. J. Bot. 47 (10): 1565–1570, illus.
35. Howe, G. E. 1969. Early results of a sugar maple provenance study. NEFTIC Proc. 16: 27.
36. Howe, G. E. 1969. A vibrator for collecting pollen. Forest Sci. 15(2): 144.
37. Mohn, C. A., and W. K. Randall. 1969. Preliminary selection of eastern cottonwood clones. Tenth South. Forest Tree Impr. Conf. Proc. 1969: 41–48.
38. Namkoong, G. 1969. Choosing selection intensities for seedling seed orchards. Silvae Genet. 18: 174–176.
39. Randall, W. K., and C. A. Mohn. 1969. Clone-site interaction of eastern cottonwood. Tenth South. Forest Tree Impr. Conf. Proc. 1969: 89–91.
40. Silen, Roy R., and Boyd C. Wilson. 1970. Douglas-fir 100 tree progeny test objectives and establishment. Christmas Tree Growers Short Course, March 1970, Union, Wash. Distr. by Wash. State Dept. of Natural Resources, Forest Land Manage Div., Contrib. No. 124.
41. Snyder, E. B. 1969. Parental selection versus half-sib family selection of longleaf pine. Tenth South. Forest Tree Impr. Conf. Proc. 1969: 84–88.
42. Webb, C. D. 1969. Uniform seedling density is important in hardwood progeny test nurseries. Tenth South. Forest Tree Impr. Conf. Proc. 1969: 9 pp.

